

استفاده از مواد شیمیایی جهت مقابله با شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* در مزارع پرورش میگو و تاثیر احتمالی آن‌ها بر میگوی پارس سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

- **سهیلا امیدی***: پژوهشگر میگو کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، صندوق پستی: 1374
- **محسن نوری‌نژاد**: پژوهشگر میگو کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، صندوق پستی: 1374

تاریخ دریافت: مرداد 1395 تاریخ پذیرش: آبان 1395

چکیده

به منظور تعیین بهترین شیوه مبارزه با عامل کشنده قرمز (شکوفایی پلانکتونی)، *Cochlodinium polykrikoides*، در تالاب‌های ساحلی به‌ویژه مزارع پرورش میگوی *Litopenaeus vannamei*، با اولویت حفظ سلامت و کیفیت میگوی تولیدی، تاثیر غلظت‌های 0/01، 0/05، 0/1، 0/5 و 1 میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات هیدروکسید منیزیم، پلی آلومینیم کلراید، سولفات آلومینیم، سولفات آهن، هیپوکلریت سدیم، کربنات کلسیم و نشاسته بر محیط کشت این آبی با تراکم 100 هزار سلول در لیتر و همچنین بر میگوی *Litopenaeus vannamei* با تراکم 10 عدد در هر آکواریوم 20 لیتری، در طول سال‌های 1390-1391 در پژوهشگر میگوی کشور (بوشهر) مورد بررسی قرار گرفت. کشت *Cochlodinium polykrikoides* در محیطی با شدت 2000 لوکس نور فلورسنت سفید، 12 ساعت تاریکی و 12 ساعت روشنایی، دمای 28 درجه سانتی‌گراد و شوری 30 گرم بر لیتر (ppt)، انجام گردید. یافته‌های این تحقیق گویای آن است که همه موارد حتی غلظت 0/01 میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات فوق، سبب شکستن شکوفایی پلانکتونی و رسوب‌گذاری نمونه گردید. همچنین تمامی ترکیبات فوق به‌جز غلظت 1 گرم بر لیتر هیپوکلریت سدیم، پس از 96 ساعت، فاقد تاثیر مستقیم بر سلامت میگو می‌باشند. با توجه به نقش نشاسته در رسوب‌گذاری ذرات معلق با تولید ذرد زنده (بیوفلاگ) و همچنین نقش آن به‌عنوان یک ماده غذایی برای آبزیان، از میان ترکیبات فوق، استفاده از نشاسته در مزارع پرورشی به‌عنوان یک ماده مناسب برای مقابله شیمیایی با شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: مقابله شیمیایی، *Litopenaeus vannamei*، *Cochlodinium polykrikoides*، شکوفایی پلانکتونی، خلیج فارس

مقدمه

آلودگی‌های زیست محیطی یکی از چالش‌های مهم پهنه آبی خلیج فارس در چند دهه اخیر است. این آلودگی‌ها، در کنار فشارهای مختلف طبیعی و انسانی از جمله نوسانات زیاد دمای آب، محدودیت تبادلات آب، محدودیت ورود آب شیرین، افزایش میزان شوری، افزایش گرمای زمین و، خلیج فارس را با مشکلات متعدد زیست محیطی از جمله کشنده قرمز مواجه کرده است (Sale و همکاران، 2010). کشورهای منطقه حاشیه خلیج فارس، تقریباً 2 تا 8 برابر بیش از سرانه کشور ایالت متحده آمریکا، پساب مضر تولید می‌کنند (GEO، 2000). میزان فلزات سنگین و دیگر عوامل شیمیایی در منطقه روند افزایشی داشته، به‌طوری‌که مقایسه نوسانات میزان دو ماده مغذی فسفرکل و

امونیوم و همچنین میزان کلروفیل a در آب‌های استان بوشهر از سال 1377 تا 1385 (امیدی، 1378؛ 1380؛ 1381؛ 1382؛ 1383؛ 1385؛ 1386) با نتایج به‌دست آمده از مطالعات زیست محیطی انجام شده در این زمینه توسط سازمان انرژی اتمی (Eco zist، 1978)، گویای افزایش معنی‌دار میانگین سالانه این عوامل می‌باشد (ROPME، 2010؛ نوری‌نژاد و امیدی، 1387).

شکوفایی جلبک *Gymnodinium* sp. در سال‌های 1999 تا 2001، طی ماه‌های مرداد و شهریور، سبب مرگ و میرهای گسترده‌ای در ماهیان پرورشی و وحشی سواحل کویت گردید که علت آن به ورود فاضلاب‌ها، سکون و دمای بالای آب ارتباط داده شد (Gilbert و همکاران، 2002؛ Heil و همکاران، 2001). همچنین شکوفایی گسترده گونه *Cochlodinium polykrikoides*



(2008)، در سواحل خلیج فارس و دریای عمان، علاوه بر مرگ و میر ماهیان، دیگر زیستگاه‌ها از جمله آبسنگ‌های مرجانی و ذخائر ماهیان گرگوری را تحت تاثیر قرار داد (Bauman و همکاران، 2010). شکوفایی جیمونودینیوم (*Gymnodinium*) سودونیتزاشیا (*Pseudonitzschia sp.*) و سراتیوم دنس (*Ceratium dens*) با تراکم نزدیک به هجده هزار یاخته در لیتر، باعث مرگ و میر فراوان ناپلی میگوهای *Litopenaeus vannamei* طی سال‌های 1997 و 2001 در مرکز تکثیر سینالونای جنوبی در شمال غرب مکزیک شد (Lizárraga، 2002؛ Cortes، 1997). مطالعات انجام شده در طول سال‌های 1989 تا 1991 نشان داد که سیانوباکترهایی مثل *Anabaenopsiselenkinii* و *Anabaenasp*، عامل کاهش رشد میگوها در مزارع پرورش میگوی وانامی در سینالونای جنوبی (شمال غرب مکزیک) می‌باشند. مطالعات انجام شده حاکی از آن بود که شکوفایی سیانوباکترها در لایه‌های سطحی آب، مانع راهیابی نور به درون آب، کاهش میزان دیاتومه و کاهش رشد میگوها می‌گردد (Cortes، 1997).

یافته‌های موجود حاکی از آن است که برخی از گونه‌های جلبک‌ها از جمله *Mesodinium rubrum* با تراکم $3/9 \times 10^3$ سلول در میلی‌لیتر، *Ceratium dens* با تراکم $0/6750 \times 10^3$ سلول در میلی‌لیتر، *Prorocentrum gracile* با تراکم $0/45 \times 10^3$ سلول در میلی‌لیتر، *Scrippsiella trochoidea* با تراکم $0/9 \times 10^3$ سلول در میلی‌لیتر، *Microflagellates* با تراکم $0/225 \times 10^3$ سلول در میلی‌لیتر و *Nitzschia* با تراکم $1/2 \times 10^3$ سلول در میلی‌لیتر با افزایش تراکم و ایجاد شرایط بی‌هوای منجر به مرگ میگو می‌شوند (Jimenez، 1989).

بر اساس پژوهشی که بر روی رخداد شکوفایی پلانکتونی در استخرهای پرورش میگوی کشورهای مختلف انجام شد، مشخص گردید که احتمال بروز شکوفایی مضر پلانکتونی در استخرهایی که به روش متراکم و یا نیمه متراکم پرورش داده می‌شوند، بیش‌تر است. بررسی‌ها نشان داد که از میان گونه‌های عامل بروز این نوع شکوفایی‌ها، گونه غالب (88/9%) سیانوباکترها (*Synechocystis diplococcus*) و بعد از آن به ترتیب پریدینیوم تروکونوم (*Peridinium trochoideum*) و جیمونودینیوم (*Gymnodinium spp.*) بوده است (Osuna و Alonso، 2003). در تایوان شکوفایی داینوفلاژلای *Alexandrium tamarense* سبب بروز تلفات در میگوی پننوس مونودون (*Penaeus monodon*) گردیده است (Huei و همکاران، 1993).

مشاهدات ثبت شده از تغییرات شکوفایی پلانکتونی در مزارع پرورش میگوی استان بوشهر از جمله بویرات، حله و دلوار در سال‌های اخیر، گویای شکوفایی گونه‌های مختلف دینوفیسه‌ها به خصوص گونه *الکساندریوم* در ماه‌های شهریور و مهر می‌باشد (نوری‌نژاد، 1393؛ 1390).

دستیابی به روش‌های مهار و شکستن شکوفایی‌های پلانکتونی به کمک مواد شیمیایی در دو مرحله قبل و بعد از شکوفایی، از جمله زمینه‌های تحقیقاتی مهم در این راستا می‌باشد. یافته‌های موجود حاکی از آن است که تمامی مواد شیمیایی مفید در مبارزه با شکوفایی‌های پلانکتونی، با توجه به خصوصیات شیمیایی، غلظت و نوع زیستگاه‌ها در شرایط خاص، سلامت و بقا دیگر آبزیان را تحت تاثیر قرار دهند (Secher، 2009؛ Jiang و

همکاران، 2003؛ Shen و Dempsey، 1998). در تحقیقات مختلف انجام شده، استفاده از برخی مواد شیمیایی مانند سولفات مس (Steidinger، 1983)، پراکسید هیدروژن (Pyu و همکاران، 1998) و تیروزین (Koji و همکاران، 1998) به عنوان عامل ضدجلبکی جهت کاهش اثرات شکوفایی مضر پلانکتونی (HABs) پیشنهاد شده است که طبق نتایج حاصل مشخص گردید این نوع عامل کنترل می‌تواند اثرات مضر در سطح وسیعی بر سایر موجودات نیز داشته باشد. مطالعه انجام شده توسط معزی و همکاران (1388) در پژوهشکده اکولوژی هرمزگان، نشان داد که غلظت‌های 0/05 تا 1/1 گرم بر لیتر سولفات مس، هیپوکلریت سدیم و پرمنگنات پتاسیم منجر به رسوب سریع *Cochlodinium polykrikoides* در محیط آزمایشگاهی می‌گردند (معزی، 1392). تنوع گونه‌های مختلف ریزجلبک‌ها، افزایش مواد مغذی، تخریب بسترهای علف‌های دریایی و تالاب‌های ساحلی، خلیج فارس را مستعد تکرار شکوفایی‌های پلانکتونی و خسارت‌های مختلف زیست محیطی و اقتصادی حاصل از آن نموده است. در میان تالاب‌های ساحلی، مزارع پرورش میگو از نظر اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. بر این اساس و باتوجه به خسارت‌های احتمالی ناشی از بروز شکوفایی‌های جلبکی در مناطق ساحلی خلیج فارس و به خصوص در مزارع پرورش میگو، به منظور تعدیل شکوفایی در شرایط اضطراری و همچنین در راستای انتخاب بهترین شیوه مبارزه شیمیایی با شکوفایی پلانکتونی در مزارع پرورش میگو و با اولویت حفظ سلامت و کیفیت میگوی تولیدی، پروژه بررسی امکان استفاده از مواد شیمیایی جهت مقابله با شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* و تاثیر آن‌ها بر میگوی (*Litopenaeus vannamei*)، پیشنهاد و اجرا گردید که خلاصه‌ای از بررسی‌های انجام شده و نتایج به دست آمده در این مقاله آمده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در سه مرحله: کشت جلبک *Cochlodinium polykrikoides*، مواجهه جلبک و در نهایت مواجهه میگو با مواد مختلف شیمیایی شامل هیدروکسید منیزیم ($Mg(OH)_2$)، پلی‌آلومینیم کلراید ($Al_2(OH)_nCl_{6-n}$)، سولفات آلومینیم ($Al_2(SO_4)_3$)، سولفات آهن ($FeSO_4$)، هیپوکلریت سدیم ($NaClO$)، کربنات کلسیم ($CaCO_3$) و نشاسته ($[C_6(H_2O)_5]_n$)، در طول سال‌های 1390-1391 در پژوهشکده میگوی کشور (بوشهر)، به شرح زیر انجام گردید.

قابل ذکر است که انتخاب ترکیبات مورد استفاده، بر اساس خواص مختلفی از جمله محلول بودن و یا یونیزاسیون در آب، انعقادکنندگی و حتی ضدعفونی‌کنندگی، بوده است. به عنوان مثال، پلی‌آلومینیم کلراید (PAC) پلیمری غیرآلی بوده و به عنوان یک منعقد کننده استفاده می‌شود. این ترکیب به دلیل دارا بودن بار الکتریکی زیاد، قدرت بسیار بالایی در حذف ذرات کلوییدی از آب دارد. سولفات آلومینیم (آلوم) نیز به عنوان منعقد کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jiang و همکاران، 2003). ترکیبات هیدروکسید منیزیم، کربنات کلسیم و سولفات آهن نیز با توجه به میزان یونیزاسیونی که در آب دارند می‌توانند ذرات معلق از جمله فیتوپلانکتون‌ها را جذب نموده و سبب رسوب آن‌ها گردند (Jiang و همکاران، 2003). هیپوکلریت سدیم به دلیل آزاد

از دستگاه اسپکتروفوتومتر HACH DR/4000، اندازه‌گیری و ثبت گردید.

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه 18 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها، از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون توکی استفاده شد ($\alpha \leq 0/05$).

نتایج

نتایج این تحقیق در سه بخش؛ مشاهدات میکروسکوپی، تاثیر ترکیبات مختلف شیمیایی بر *Cochlodinium polykrikoides* و همچنین بر میگوی پاسبید غربی به‌شرح زیر قابل ارائه می‌باشد: **مشاهدات میکروسکوپی *Cochlodinium polykrikoides* قبل و بعد از مواجهه:** مشاهده نمونه‌های میکروجلبک‌ها با میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی 400 و 1000 برابر، نشان داد که سلول‌های *Cochlodinium polykrikoides* در ابتدای دوره کشت به‌صورت کشیده بوده، پوسته‌ها کلفت و فاقد ذرات سبز رنگ می‌باشند (شکل 1). با افزایش سن، سلول‌ها به‌تدریج گردتر شده، پوسته‌های سلولی نازکتر و ذرات سبز رنگی درون سلول‌ها مشاهده گردید (شکل 2). در این مرحله، مواجهه سلول با هرگونه استرس و تغییر شرایط محیطی، منجر به رشد ذرات سبز رنگ شده و پس از رسوب سلول و متلاشی شدن آن، ذرات در محیط آزاد شدند (شکل 3).



شکل 1: زنجیره 4 تایی جلبک *Cochlodinium polykrikoides* در شرایط طبیعی



ذرات سبز رنگ

نمودن یون کلر، به‌عنوان ضد عفونی کننده و سفید کننده و در نتیجه نابودکننده سیست آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Estrela و همکاران، 2002؛ Pécora و همکاران، 1999). نشاسته ترکیبی از زنجیره‌های گلوکز است که به کمک پیوندهای آلفا ۱ و ۴، به هم متصل می‌باشند. این زنجیره‌ها با پیوندهای ۱ و ۶ آلفا، تشکیل شاخه‌های فرعی می‌دهند. نشاسته با توجه به ساختار مولکولی گلوکز، دارای بارهای الکتریکی زیادی بوده که در چسبیدن ذرات و رسوب آن‌ها موثر می‌باشد (Nyan، 2012). به‌منظور کشت این جلبک و دستیابی به بهترین شکوفایی، از ۶ آکوارיום محتوی ۲۰ لیتر آب با شوری ۳۲ قسمت در هزار و محیط کشت گیلارد (تغییر یافته) (Modified) (Guillards f/2-Si) استفاده شد (Ojha، 2006؛ Kim و همکاران، 2004). لازم به توضیح است که برای تهیه محیط کشت، آب با شوری ۳۲ قسمت در هزار از کاغذ صافی 0/45 میکرون عبور و در درجه حرارت 121 درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شد (Kim و همکاران، 2004؛ Toshifum، 2003؛ Yoon، 2001).

خالص‌سازی *Cochlodinium polykrikoides* با استفاده از روش Diwan و همکاران (2009) انجام گردید. استوک‌های اولیه در ارلن‌های یک و دو لیتری نگهداری شده و پس از رسیدن به تراکم بالا، به آکواریوم‌های ۳۰ و ۵۰ لیتری محتوی ۲۰ و ۳۵ لیتر محیط کشت جلبک، انتقال داده شد. جهت فراهم نمودن روشنایی لازم (۵۰۰۰ لوکس)، از لامپ‌های مهتابی فلورسنت استفاده گردید.

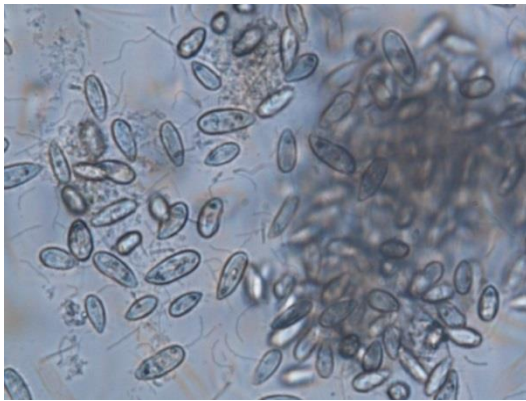
جهت بررسی حداقل غلظت کشندگی مواد شیمیایی مذکور بر روی *Cochlodinium polykrikoides*، محیط کشت با تراکم Cell/lit از 1×10^5 از پلانکتون در ظروف 2 لیتری وارد شده و با غلظت‌های 0/01، 0/05، 0/1، 0/5، 1 میلی‌گرم بر لیتر از مواد بالا مواجهه داده شد. برای هر تیمار سه تکرار و همچنین سه آکواریوم با شرایط محیطی و تراکم پلانکتونی مشابه با آکواریوم‌های تیمار و بدون افزایش مواد شیمیایی، به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. از هر یک از ظروف، قبل از مواجهه و پس از آن در فواصل زمانی مشخص، نمونه‌گیری و مطابق روش استاندارد، شمارش صورت گرفت، همچنین وضعیت ظاهری پلانکتون با میکروسکوپ اینورت، بررسی و ثبت گردید.

به‌منظور مواجهه میگوی پاسبید غربی با ترکیبات شیمیایی موردنظر، از آکواریوم‌هایی 20 لیتری حاوی حداقل 10 عدد میگو در محیط آزمایشگاه و در شرایط مناسب پرورش میگو در استان بوشهر شامل شوری 38 گرم بر لیتر و دمای 27 درجه استفاده گردید و اثر غلظت‌های 0/01، 0/05، 0/1، 0/5، 1 میلی‌گرم بر لیتر از هر ترکیب، بر خصوصیات و سلامت رفتاری میگو، مورد بررسی قرار گرفت. برای هر تیمار سه تکرار و همچنین سه آکواریوم با شرایط کاملاً مشابه و بدون هیچ‌گونه ماده افزودنی، به‌عنوان شاهد، در نظر گرفته شد.

در طول مدت زمان مواجهه میگو با مواد شیمیایی، علاوه بر ثبت خصوصیات رفتاری آبی شامل شنا کردن، ساکن بودن در کف، استرس، بی‌قراری و ...، عوامل محیطی؛ اکسیژن محلول و pH با استفاده از دستگاه سه کاره HACH مدل HQ40d، همچنین میزان آمونیاک به‌روش سالیسیلات بر اساس دستورکار شماره 8155 (Procedures Manual, Spect. DR/4000) و با استفاده



ذرات رها شده علاوه بر سلول‌های سبز رنگ، ایجاد شکل‌های جانوری کرده که تمامی ذرات نشاسته را در بر می‌گرفتند (شکل 5).



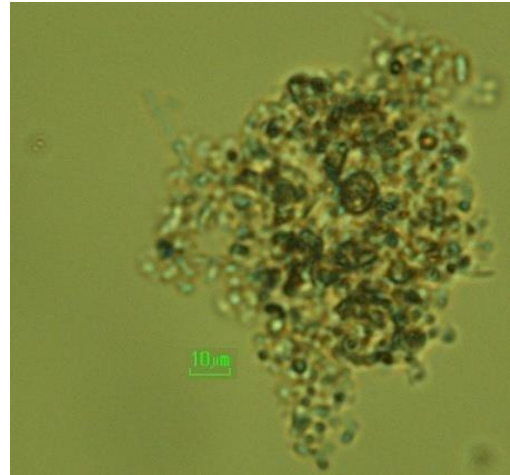
شکل 5: شکل سلول‌ها *Cochlodinium polykrikoides* در محیط کشت پس از مواجهه با نشاسته، بزرگ‌نمایی 400

تأثیر مواد شیمیایی مختلف بر میگوی پاشی غریبی (*Litopenaeus vannamei*): نوسانات میانگین میزان اکسیژن، اسیدیته (pH) و آمونیاک و همچنین تغییر خصوصیات رفتاری و سلامت میگو در غلظت‌های 0/01، 0/05، 0/1، 0/5، 1 میلی-گرم بر لیتر از ترکیبات مختلف مورد نظر در این تحقیق، در شرایط مناسب پرورش میگو در استان بوشهر شامل شوری 38 گرم بر لیتر و دمای 27 درجه سانتی‌گراد، به شرح زیر می‌باشد:

هیدروکسید منیزیم: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (96 ساعت) به ترتیب؛ 6/99 (7/6-09/93) میلی‌گرم بر لیتر، 7/78 (8/16-7/82) و 0/71 (2/1-81/07) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن هیدروکسید منیزیم) و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از هیدروکسید منیزیم به- ترتیب؛ 6/52 (8/5-06/64) میلی‌گرم بر لیتر، 8/31 (8/48-7/38) و 0/74 (3/1-09/12) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. به- طور کلی با افزودن غلظت‌های مختلف از هیدروکسید منیزیم به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از 96 ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده و کلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید.

پلی آلومینیوم کلراید: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (96 ساعت) به ترتیب؛ 6/52 (8/6-14/63) میلی‌گرم بر لیتر، 8/33 (8/02-0/66) و 0/66 (2/0-02/81) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن پلی آلومینیوم کلراید) و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از پلی آلومینیوم کلراید به ترتیب؛

شکل 2: شکستن زنجیره‌های *Cochlodinium polykrikoides* و ایجاد نمونه‌های تک سلولی هم‌زمان با بزرگ شدن ذرات سبز رنگ، در زمان ایجاد تغییرات محیطی



شکل 3: تخریب سلول‌های *Cochlodinium polykrikoides* و رها شدن ذرات سبز رنگ پس از رسوب‌گذاری سلول ذرات رها شده در زمان کوتاهی در حدود چند ساعت، شروع به حرکت و انجام تقسیمات سلولی کردند (شکل 4). حاصل این تقسیمات پس از یک روز، ایجاد توده‌ای سبز رنگ بوده که کل محیط کشت را فرا گرفت.



شکل 4: تکثیر ذرات سبز رنگ *Cochlodinium polykrikoides* و تولید سلول‌های رویشی با پوششی ژلاتینی

تأثیر مواد شیمیایی مختلف بر *Cochlodinium polykrikoides*: با مواد شیمیایی، داده‌های حاصل از این بررسی گویای آن بود که حتی غلظت 0/01 میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات هیپوکلریت سدیم، کربنات کلسیم، پلی آلومینیوم کلراید، سولفات آلومینیم، سولفات آهن، هیدروکسید منیزیم و نشاسته، قادر به رسوب‌گذاری میکروجلبک کولودینیوم در مدت کمتر از یک‌ساعت در محیط آزمایشگاهی می‌باشند. جدول 1 گویای تغییرات میانگین سلول‌های سبز رنگ و همچنین میزان اسیدیته محیط کشت، قبل و بعد از مواجهه با مواد شیمیایی می‌باشد. مقایسه میانگین میزان اسیدیته محیط کشت، قبل و بعد از مواجهه، به- کمک آنالیز واریانس و آزمون توکی، گویای آن است که در مواجهه غلظت‌های 0/5 و 1 میلی‌گرم بر لیتر هیدروکسید منیزیم و هیپوکلریت سدیم، قلیابیت آب به‌طور معنی‌داری افزوده می‌شود ($a \leq 0/05$).

در اثر مجاورت نشاسته با جلبک *Cochlodinium polykrikoides*، رسوب‌گذاری و تخریب سلولی انجام گردیده ولی

قبل از افزودن هیپوکلریت سدیم) و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از هیپوکلریت سدیم به ترتیب: 6/43 (8/21-5/89) میلی‌گرم بر لیتر، 8/40 (33/11) (8/7-0/63) و (3/0-73/51) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. علاوه بر این، نتایج گویای آن بود که با افزودن غلظت‌های 0/01، 0/05، 0/1، 0/5، 1 میلی‌گرم هیپوکلریت سدیم به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از 96 ساعت هیچ‌گونه مرگ و میر نداشته است. در صورتی‌که در غلظت 1 گرم بر لیتر، از ابتدا بی‌تابی شدید و پس از آن مرگ و میر تدریجی اتفاق افتاد که در نهایت پس از 48 ساعت مواجهه، تمامی میگوها از بین رفتند، ولی در سایر تیمارها، اثرات بی‌تابی جزئی بوده و پس از آن آرامش نسبی برقرار شده و کلیه رفتارها طبیعی به نظر می‌رسید.

سولفات آهن: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم-چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (96 ساعت) به ترتیب: 6/26 (7/6-79/41) میلی‌گرم بر لیتر، 8/34 (1/70) و 0/64 (7/66-7/16) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن سولفات آهن) و هم-چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از سولفات آهن به ترتیب: 6/94 (7/5-97/64) میلی‌گرم بر لیتر، 8/32 (7/70-6/98) و 0/71 (3/1-96/48) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. با افزودن غلظت‌های مختلف از سولفات آهن به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از 96 ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده و کلیه رفتارها طبیعی به نظر می‌رسید.

نشاسته: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (96 ساعت) به-ترتیب: 7/12 (7/5-85/69) میلی‌گرم بر لیتر، 8/33 (52/87-6/7) و 0/70 (0/46) (3/00-3/00) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن سولفات آهن) و هم-چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از نشاسته به ترتیب: 7/01 (7/5-95/35) میلی‌گرم بر لیتر، 8/35 (7/95-6/88) و 0/71 (3/1-96/48) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. با افزودن غلظت‌های مختلف از نشاسته به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از 96 ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میر مشاهده نگردیده و کلیه رفتارها طبیعی به نظر می‌رسید.

6/56 (8/37-6/45) میلی‌گرم بر لیتر، 8/27 (8/7-05/24) و 0/69 (3/58-0/89) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. به‌طورکلی با افزودن غلظت‌های مختلف از پلی‌آلومینیم کلراید به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از 96 ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده و کلیه رفتارها طبیعی به نظر می‌رسید.

سولفات آلومینیم: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (96 ساعت) به ترتیب: 7/02 (8/6-23/54) میلی‌گرم بر لیتر، 8/20 (8/03-7/82) و 0/65 (2/4-14/03) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن سولفات آلومینیم) و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از سولفات آلومینیم به-ترتیب: 6/97 (8/6-36/64) میلی‌گرم بر لیتر، 7/75 (10/67-8/7) و 0/75 (3/1-95/87) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. به‌طورکلی با افزودن غلظت‌های مختلف از سولفات آلومینیم به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از 96 ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده و کلیه رفتارها طبیعی به نظر می‌رسید.

کربنات کلسیم: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و هم-چنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (96 ساعت) به ترتیب: 6/66 (8/6-14/28) میلی‌گرم بر لیتر، 8/23 (8/13-8/50) و 0/06 (0/06-0/06) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر (قبل از افزودن کربنات کلسیم) و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف از کربنات کلسیم به ترتیب: 6/63 (29/90-8/5) میلی‌گرم بر لیتر، 8/25 (8/7-13/50) و 0/57 (78/17-2/0) میلی‌گرم بر لیتر بوده است. به‌طورکلی با افزودن غلظت‌های مختلف از کربنات کلسیم به آب آکواریوم‌ها، حتی پس از 96 ساعت، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی و مرگ و میری مشاهده نگردیده و کلیه رفتارها طبیعی به نظر می‌رسید.

هیپوکلریت سدیم: در تیمار شاهد، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر و همچنین حداقل و حداکثر میزان آن‌ها در طول زمان بررسی (96 ساعت) به ترتیب: 6/49 (7/6-95/82) میلی‌گرم بر لیتر، 8/35 (8/02-7/59) و 0/61 (2/0-98/37) میلی‌گرم بر لیتر، اندازه‌گیری و ثبت شد. در سایر تیمارها، میانگین میزان سه فاکتور اکسیژن محلول، اسیدیته (pH) و آمونیاک در زمان صفر



جدول 1: تغییرات میزان اسیدیته و تعداد سلول‌های سبز رنگ در محیط کشت جلبک *Cochlodinium polykrikoides*، پس از مواجهه با غلظت‌های مختلف از مواد شیمیایی

24		12		صفر		زمان (ساعت)	ترکیب
تعداد سلول‌ها	اسیدیته	تعداد سلول‌ها	اسیدیته	تعداد سلول‌ها	اسیدیته	غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)	
15000	8.26	1500	8.19	2	8.12	0.01	
16000	8.34	900	8.34	6	8.22	0.05	
16800	8.36	1500	8.39	3	8.27	0.1	هیدروکسید منیزیم
12800	8.37	2000	8.42	2	8.27	0.5	
12800	8.37	2000	8.42	5	8.26	1	
17000	8.16	1200	8.09	1	8.02	0.01	
16000	8.30	1200	8.29	11	8.19	0.05	
18900	8.33	1900	8.32	1	8.24	0.1	هیپوکلریت سدیم
16900	8.41	3600	8.45	1	8.25	0.5	
16900	8.41	3600	8.45	1	8.28	1	
18900	8.06	900	8.06	6	8.07	0.01	
18000	8.24	900	8.25	8	8.26	0.05	
12000	8.25	3000	8.26	6	8.26	0.1	کربنات کلسیم
18000	8.26	1900	8.26	3	8.26	0.5	
18000	8.26	2600	8.26	1	8.27	1	
16000	8.10	1500	8.11	8	8.13	0.01	
15900	8.26	700	8.26	1	8.27	0.05	
13500	8.27	1800	8.25	2	8.25	0.1	پلی آلومینیوم کلراید
15600	8.27	1600	8.28	2	8.29	0.5	
15600	8.27	1200	8.28	2	8.30	1	
14000	8.12	1100	8.12	10	8.13	0.01	
15000	8.26	600	8.26	2	8.26	0.05	
18000	8.24	1200	8.27	1	8.26	0.1	آلومینیوم کلراید
14000	8.26	2500	8.27	2	8.28	0.5	
14000	8.26	1500	8.27	1	8.24	1	
20000	8.24	600	8.24	4	8.25	0.01	
20000	8.24	600	8.24	4	8.25	0.05	
14000	8.27	1000	8.27	1	8.27	0.1	سولفات آلومینیم
12000	8.27	3200	8.27	1	8.27	0.5	
2600	8.27	2800	8.27	1	8.26	1	
12900	8.25	1200	8.26	2	8.26	0.01	سولفات آهن

12900	8.25	1200	8.26	2	8.26	0.05	
18000	8.25	1500	8.27	2	8.26	0.1	
15900	8.25	2500	8.26	3	8.25	0.5	
18000	8.26	1800	8.26	2	8.27	1	
990	8.23	500	8.21	2	8.25	0.01	
990	8.23	500	8.21	2	8.25	0.05	
600	8.19	300	8.25	3	8.25	0.1	نشاسته
450	8.25	200	8.25	1	8.26	0.5	
300	8.25	200	8.25	1	8.27	1	

بحث

طول دوره بررسی، در محدوده طبیعی رشد میگوی پاسبید غربی بوده است (Lazur، 2007؛ Whetstone و همکاران، 2002؛ Tu و Chen، 1991).

نکته مهم در مبارزه با شکوفایی‌های پلانکتونی در مزارع پرورش آبزیان از طریق شیمیایی، علاوه بر جلوگیری از بروز شکوفایی جلبکی و یا تعدیل آن، مواردی از قبیل: حفظ محیط زیست، حداقل غلظت موثر، اجتناب از افزودن هزینه‌های تولید و حفظ کیفیت محصول در بازار نیز قابل توجه می‌باشد. بدون شک استفاده از تمامی مواد مورد مطالعه در این تحقیق در مزارع پرورشی، علاوه بر تاثیر منفی بر محیط زیست از طریق تغییر در نوسانات اسیدیته یا نوسانات املاح مختلف، می‌تواند بر افزایش هزینه تولید نیز موثر باشند. به عنوان مثال با توجه به این‌که آلومینیوم فلزی سنگین بوده و استفاده از دو ترکیب آن (پلی آلومینیوم کلراید و آلومینیوم سولفات) در نهایت می‌تواند عوارض زیست محیطی متعددی را در محیط به‌دنبال داشته باشد، همچنین از آن‌جا که رسوب ذرات معلق کولودینیوم با این دو ترکیب می‌تواند مورد تغذیه میگو قرار گرفته و در دراز مدت منجر به افزایش میزان فلز سنگین آلومینیوم در بافت میگو می‌گردد. لذا استفاده از پلی آلومینیوم کلراید و آلومینیوم سولفات در مزارع پرورش میگو، علاوه بر سلامت آبی، بر مصرف آن نیز می‌تواند تاثیرگذار باشد. همچنین نظر به این‌که هیپوکلریت سدیم اکسیدکننده‌ای قوی بوده و می‌تواند حیات دیگر آبزیان را نیز تحت تاثیر قرار دهد، در هر گونه مبارزه شیمیایی با کشند قرمز نمی‌تواند در اولویت قرار داشته باشد.

در رابطه با سایر ترکیبات مورد بررسی نیز عوارض جانبی مشابه‌ای وجود دارد. در میان مواد فوق، نشاسته با توجه به نقش تغذیه‌ای آن برای میگو و دیگر آبزیان، نسبت به دیگر مواد مورد آزمایش بسیار متفاوت می‌باشد. نشاسته یکی از ترکیبات غذایی غالب جانوران و میکروارگانیسم‌ها است که به سهولت توسط آنزیم‌های مختلف به واحدهای سازنده آن یعنی گلوکز شکسته می‌شود. نشاسته و گلوکز به‌دلیل دارا بودن گروه‌های کتونی، آلدهیدی، الکلی و ایجاد بارهای منفی و مثبت زیاد قادر به ایجاد جاذبه و به‌دنبال آن رسوب گذاری ذرات معلق از جمله سلول‌ها و زنجیره‌های کولودینیوم می‌باشند، علاوه بر این، گلوکز به شیوه‌های مختلف در متابولیسم مصرف‌کنندگان از جمله به‌منظور تولید انرژی و تولید اسیدهای آمینه مشارکت می‌کند. میکروارگانیسم‌های آبی از جمله جانوران تک سلولی پروتوزوآها، روتیفرها، کرم‌های پست و در کنار مصرف گلوکز و جذب دیگر ذرات غذایی و

دستیابی به‌روش‌های عملی به‌منظور اجتناب از بروز شکوفایی در مزارع پرورش آبزیان و یا تعدیل آن، در کنار افزایش کیفیت و کمیت تولید و پایداری محیط زیست، از اهداف بسیاری از مطالعات و تحقیقات علمی و عملی می‌باشد (Secher، 2009؛ Jiang و همکاران، 2003؛ Shen و Dempsey، 1998). *Cochlodinium polykrikoides* ریز جلبک‌هایی از گروه دینوفیسه‌ها با دو رفتار گیاهی و جانوری بوده و در شرایط مختلف محیطی در راستای بیش‌ترین سازش با شرایط محیطی دارای خصوصیات زیستی و ریختی متفاوتی می‌باشند (Matsuoka، 2008؛ Kim و همکاران، 2007). یافته‌های حاصل از این تحقیق نیز گویای تبدیل سلول‌های رویشی زره‌دار به بدون زره تحت تاثیر تغییرات اکولوژیک می‌باشد به‌طوری‌که داده‌های حاصل از مواجهه *Cochlodinium polykrikoides* با تراکم 100 هزار قطعه در لیتر، با غلظت‌های 0/01، 0/05، 0/1، 0/5، 1 میلی‌گرم بر لیتر از ترکیبات مختلف شیمیایی شامل هیدروکسیدمنیزیم، کربنات کلسیم، سولفات آهن، پلی آلومینیوم کلراید، هیپوکلریت سدیم، آلومینیوم سولفات و نشاسته گویای آن است که هر ماده با توجه به خصوصیات شیمیایی، قادر به تشدید فعالیت‌های فیزیولوژیک سلول‌های جلبک بوده و در نهایت عاملی برای شکستن شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* در محیط کشت آزمایشگاهی و تولید سلول‌های بیضوی سبز رنگ، شکوفایی مجدد به‌صورت رشته‌های زنجیره‌ای ژلاتینی و در نهایت رسوب آن‌ها در محیط باشند. مطالعه انجام شده توسط معزی و همکاران (1392) در پژوهش‌کده اکولوژی هرمزگان نشان داد که غلظت‌های 0/05 تا 1/5 گرم بر لیتر سولفات مس، هیپوکلریت سدیم و پرمنگنات پتاسیم منجر به رسوب سریع *Cochlodinium polykrikoides* در محیط آزمایشگاهی می‌گردند.

نتایج به‌دست آمده از تاثیر مواد شیمیایی مورد نظر در این تحقیق بر میگوی پاسبید غربی گویای آن است که فقط در غلظت 1 گرم بر لیتر از هیپوکلریت سدیم، ابتدا بی‌تابی شدید، پس از چند ساعت، شروع مرگ و میر و در نهایت پس از 48 ساعت، از بین رفتن تمامی میگوها اتفاق افتاد. در صورتی‌که در مواجهه با دیگر غلظت‌های هیپوکلریت سدیم و همچنین سایر ترکیبات با غلظت‌های مختلف، هیچ‌گونه اثرات بی‌تابی مشاهده نشده و کلیه رفتارها طبیعی به‌نظر می‌رسید. با توجه به منابع موجود، نوسانات عوامل مختلف از جمله اکسیژن محلول و اسیدیته در



- مولکول‌های معلق و محلول پروتئینی در آب، در کاهش میزان ازت آب و تعدیل شکوفایی جلبکی موثر می‌باشند (Barnes, 1987). علاوه بر این گروه مهمی از میکروارگانیسم‌های آب را باکتری‌های هوازی تشکیل می‌دهند که با مصرف گلوکز و آمونیم به‌ترتیب به‌عنوان منبع انرژی و ازت قادر به شکوفایی سریع می‌باشند (Jawetz و همکاران، 1987) شکوفایی این گروه از میکروارگانیسم‌ها نیز با ایجاد رقابت با جلبک‌ها، از شکوفایی شکل‌های جانوری و گیاهی ممانعت می‌کند (Gallert و Winter، 2005). امروزه در مزارع پرورشی آبزیان از جمله میگو، به منظور بهبود کیفیت آب، ممانعت از شکوفایی جلبک‌ها و دیگر میکروارگانیسم‌های مضر و همچنین بازیافت ذرات معلق غذایی و مواد مغذی محلول در آب، از کربوهیدرات‌ها از جمله نشاسته استفاده می‌شود (Nyan، 2012).
- با توجه به یافته‌های این تحقیق به‌نظر می‌رسد در شرایط آزمایشگاهی، شکوفایی کوکلودینیوم پلی کریکوییدس با تراکم 100 هزار قطعه در لیتر، با استفاده از ترکیبات مختلف شیمیایی از جمله هیدروکسید منیزیم، کربنات کلسیم، سولفات آهن، پلی آلومینیوم کلراید، آلومینیوم سولفات و نشاسته با غلظت‌های 0/01، 0/05، 0/1، 0/5 و 1 میلی‌گرم بر لیتر، قابل شکستن باشد درحالی‌که تا غلظت یک صد برابر این میزان برای میگوی پاسبید غربی در طول مدت 96 ساعت، حتی فاقد اثرات نامطلوب از جمله بی‌قراری یا کاهش بازماندگی می‌باشد. از میان ترکیبات مورد بررسی در این تحقیق، نشاسته دارای حداقل تأثیرات نامطلوب زیست محیطی بوده و علاوه بر آن قادر است ضمن شکوفایی میکروارگانیسم‌های هتروتروف و بهبود کیفیت آب، در تولید توده‌های باکتریایی قابل مصرف برای آبی میگو موثر باشد. نکته مهم در این زمینه آن است که با شکوفایی میکروارگانیسم‌های هتروتروف، میزان مصرف اکسیژن افزوده شده که استفاده از هواده هم‌زمان با مصرف نشاسته الزامی می‌باشد.
- ### منابع
1. امیدي، س.، 1378. بررسی کیفیت آب‌های ورودی و خروجی استخرهای پرورشی سایت حله بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 2. امیدي، س.، 1380. بررسی اثرات آبی پروری بر محیط زیست در منطقه حله بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 3. امیدي، س.، 1381. بررسی اثرات آبی پروری بر محیط زیست در مناطق حله و دلوار بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 4. امیدي، س.، 1382. بررسی اثرات آبی پروری بر محیط زیست در مناطق حله و مند بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 5. امیدي، س.، 1383. بررسی اثرات آبی پروری بر محیط زیست در مناطق حله و دلوار بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 6. امیدي، س.، 1385. بررسی اثرات آبی پروری بر محیط زیست در مناطق حله، دلوار و شیف بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 7. امیدي، س.، 1386. بررسی اثرات آبی پروری بر محیط زیست در مناطق حله و مند بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 8. معزی، م.، 1392. مطالعه تأثیر پارامترهای فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی بر روی رشد و شکوفایی جلبک تازکدار *Cochlodinium polykrikoides*. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 9. نوری‌نژاد، م. و امیدي، س.، 1387. افزایش میزان آمونیاک و فسفات در آب‌های ساحلی استان بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
 10. نوری‌نژاد، م.؛ دلیرپور، غ. و امیدي، س.، 1391. شکوفایی جنس آلکساندریوم در مزارع پرورش میگوی بویرات. پژوهشکده میگوی کشور.
 11. نوری‌نژاد، م. و امیدي، س.، 1393. شکوفایی دینوفیسه آ در مزارع پرورش میگوی حله. پژوهشکده میگوی کشور.
 12. Barnes, J., 1987. Invertebrate Zoology. Fifth edition, Saunders College Publishing, 893 P.
 13. Bauman A.G.; Burt J.A.; Feary, D.A.; Marquis E. and Usseglio P., 2010. Tropical harmful algal blooms: An emerging threat to coral reef communities? Marine Pollution Bulletin.
 14. Chen, J.C. and Tu, C.C., 1991. Influence of ammonia on growth of *Penaeus monodon* Fabricius post-larvae. Aquaculture Research. Vol. 22, No. 4, pp: 457-462.
 15. Cortes, A.R.; Nunez-Pasten, A.; Esparza, H.M. and Barraza, I., 1994. Variación y abundancia del fitoplancton de estanques semi-intensivos e intensivos para el cultivo de camarón en Sinaloa. Informe final Proyecto. Tech. Report, pp: 177-218.
 16. Cortes-A.R. and Alonso R., 1997. Mareas rojas durante 1977 en la bahía de Mazatlán, Sinaloa, Mexico, Cienc. Mar UAS. Vol. 15, pp: 31-37.
 17. Diwan, A.D; Joseph, S. and Ayyappan, S., 2009. Physiology of reproduction, breeding and culture of tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Naredera Publishing House. Delhi (India). 292 p.
 18. Eco-Zist Consulting Engineers. 1978. Iran 1 and 2 Environmental Report. Atomic Energy Organization of Iran. Volume I, II.
 19. Gallert, C. and Winter, J., 2005. Environmental Biotechnology. Concepts and Applications. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN: 3-527-30585-8.
 20. Glibert, P.; Landsberg, J.; Evans, J.; Al-Sarawi, M.; Faraj, M.; Al-Jacallah, M.; Hay-wood, A.; Ibrahim, S.; Klesius, P.; Powell, C. and Shoemaker, C., 2002. A fish kill of massive proportion in Kuwait Bay, Arabian Gulf 2001: the roles of bacterial disease, harmful algae, and eutrophication. Harmful Algae. Vol. 1, pp: 215-231.
 21. Heil, C.A.; Glibert, P.M.; Al-Sarawi, M.A.; Faraj, M.; Behbehani, M. and Husain, M., 2001. First record of a fish-killing *Gymnodinium* sp bloom in Kuwait Bay, Arabian Sea: chronology and potential causes. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 214, pp: 15-23.
 22. Hach Company. 2002. DR/4000 Spectrophotometer procedure manual. USA: Hach Company.
 23. Jawetz, E.; Melnick, G.L. and Adelberg, E.A., 1987. Review of Medical Microbiology. Appleton and Lange Norwalk, Connecticut/ Los Altos, California.
 24. Jiang, J.Q. and Graham, N. J. D., 2003. Development of Optical Poly-Aluminum-Iron Sulphate Coagulant [J]. J. Environmental Engineering. Vol. 129, No. 8, pp: 699-708.
 25. Jmenez, R., 1989. Red Tide and Shrimp Activity in Ecuador. In: Olsen, S. and Arriaga, L., editors. A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador. Narragansett, RI: Coastal Resources Center, University of Rhode Island.

44. Whetstone, J.M.; Treece, G.D.; Browdy, C.L. and Stokes, A.D., 2002. Opportunities and Constraints in Marine Shrimp Farming. SRAC (Southern Regional Aquaculture Center) Publication No. 2600.
26. Kim, D.I.; Matsuyama, Y.; Nagasoe, S.; Yamaguchi, M.; Yoon, Y.H.; Oshima, Y.; Imada, N. and Honjo, T., 2004. Effects of temperature, salinity and irradiance on the growth of the harmful red tide dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides* Margalef (Dinophyceae). *J. Plankton Res.* Vol. 26, pp: 61-66.
27. Kim, J.D., Kim, B. and Lee, C.G., 2007. Alga-lytic activity of *Pseudomonas fluorescens* against the red tide causing marine alga *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae). *Biol. Control.* Vol. 41, pp: 296-303.
28. Koji, k.; Yuki, M. and Naganuma, T., 1998. Removal of biofouling and red tide algae by Triosyn agent. Abstract of 2nd Meeting for Japan Marine Biotechnology. 89 p.
29. Lazur, A., 2007. Growout Pond and Water Quality Management. JIFSAN Good Aquacultural Practices Manual, section 6. University of Maryland. 16 p.
30. Matsuoka, K.; Iwataki, M.; Kawami, H., 2008. Morphology and taxonomy of chain-forming species of the genus *Cochlodinium* Dinophyceae. *Harmful Algae.* Vol. 7, No. 3, pp: 261-270.
31. Nyan, T., 2012. Future of Biofloc technology in Asia. Aquaculture Round Table Fisheries Phoket, Thailand.
32. Ojha, J.S., 2006. Aquaculture nutrition and biochemistry. Agrotech Publishing Academy. Udaipur. 186 p.
33. Pecora, J.D.; Sousa-Neto, M.D. and Estrela, C., 1999. Solucoes Irrigadoras Auxiliaries Do Prepare to Canal Radicular. In: Estre, C. and Figueiredo, J.A.P., Eds., *Endodontia-Principios biologicos e mecanicos*, Artes Medicas, Sao Paulo. pp: 552-569.
34. Richlen, M.; Morton, S.; Jamali, E.; Rajan, A. and Anderson, D.M., 2010. The catastrophic 2008-2009 red tide in the Arabian Gulf region, with observations on the identification and phylogeny of the fish-killing dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides*. *Harm-ful Algae.* Vol. 9, pp: 163-172.
35. ROPME. 2010. Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analysis Methods (MOOPAM), second Publication Kuwait.
36. Ryu, H.Y.; Shim, J.M.; Bang, J.D. and Lee, C., 1998. Experimental chemical treatment for the control of dinoflagellate, *Cochlodinium polykrikoides* in the land-based culture of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Kor. J. Aquacult.* Vol. 11, pp: 285-294.
37. Sale, P.; Feary, D.; Burt, J.; Bauman, A.; Cavalcante, G.; Drouillard, K.; Kjerfve, B.; Marquis, E.; Trick, C.; Usseglio, P. and Van Lavieren, H., 2010. The growing need for sustainable ecological management of marine communities of the Persian Gulf. *Am-bio.* Vol. 40, pp: 4-17.
38. Secher, S., 2009. Measures to Control Harmful Algal Blooms The Plymouth Student Scientist. Vol. 2, No. 1, pp: 212-227.
39. Shen, Y. H. and Dempsey, B.A., 1998. Synthesis and Speciation of Poly-ferric-sulfate for water treatment. *Environmental International.* Vol. 24, No. 8, 899910.
40. Steidinger, K.A., 1975. Basic factors influencing red tides. In LoCicero, V. R. (ed.), *Proceedings of the First International Conference on Toxic Dinoflagellates*. Massachusetts Science and Technology Foundation, Massachusetts. pp: 153-162.
41. Toshifum, Y., 2003. Occurrence of *Cochlodinium polykrikoides* red tide and its growth characteristics in Imari Bay in 1999. *Bulletin of Nakasaki prefectural Institute of Fisheries.* No. 28. pp: 21-26.
42. UNEP GEO team. 2000. Global Environment Outlook. United Nations Environment Programme.
43. Yoon, Y.H., 2001. A summary on the red tide mechanisms of the harmful dinoflagellate, *Cochlodinium polykrikoides* in Korean coastal waters, *Bull. Plankton Soc. Japan.* Vol. 48, No. 2, pp: 113-120.

